Quarz und Tridymit als Gemengteile der meteorischen Eukrite

von

Friedrich Berwerth,

k. M. k. Akad.

(Mit 1 Textfigur und 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 4. Juli 1912.)

Bei einer Durchmusterung der Eukrite im Jahre 1900 fielen v. Tschermak zwei farblose Gemengteile auf, die sich durch ihre schwache Doppelbrechung von dem Plagioklas unterschieden. Die fremdartigen Gemengteile wurden in Gemeinschaft mit Becke in dem Eukriten von Juvinas als Tridymit und in dem von Stannern als Quarz bestimmt. Die interessante Entdeckung wurde von v. Tschermak nicht bekannt gemacht und mir gelegentlich der Übergabe seines wissenschaftlichen Meteoritenmaterials behufs Herausgabe der zweiten Auflage des Werkes »Die mikroskopische Beschaffenheit der Meteoriten« im Jahre 1911 zur Veröffentlichung überlassen. Das Auftreten des Quarzes in Peramiho ist mir seit dem Jahre 1910 bekannt. Durch eine Nachprüfung der mir wohlbekannten farblosen, schwach lichtbrechenden Substanz in Peramiho, die ich im Jahre 1903 als »umgeschmolzenen Feldspat« gedeutet hatte, wurde dieselbe ebenfalls als Quarz erkannt und ich ergreife jetzt die erwünschte Gelegenheit, die irrtümliche Deutung des Quarzes im Jahre 1903 richtigzustellen. Eine Durchsuchung von Präparaten des Eukriten von Jonzac hat dann die nicht mehr überraschende Tatsache ergeben, daß auch dieser Eukrit quarzhaltig ist. Dem folgenden Bericht kommt es somit zu, über die Ausscheidungsform freier Kieselsäure in den Eukriten von

Juvinas, Stannern, Jonzac und Peramiho eine kurze Darstellung zu geben.

Tridymit in Juvinas. In dem lehrreichen Präparate von Juvinas, aus dem v. Tschermak die Zusammensetzung und Strukturformen in mehreren Abbildungen in seinem Atlas »Mikroskopische Beschaffenheit der Meteoriten« (Tafel I, Bild 1, 3, 4) wiedergegeben hat, wurde auch der Tridymit als neuer Gemengteil aufgefunden. Auf die Ungleichartigkeit der Ausbildung dieses Meteoriten hat schon v. Tschermak ausdrücklich hingewiesen. Um das örtliche Auftreten des Tridymit näher zu kennzeichnen, kann man das allgemeine Strukturbild von Juvinas in dreierlei Teile zerlegen. Strukturell ist allen drei Feldern das echte ophitische Gefüge eigen. Eine Verschiedenheit besteht nur in den Dimensionen ihrer Gemengteile, des Anorthits und Augits, so daß man grobe, mittlere und feine ophitische Strukturfelder unterscheiden kann. Materiell unterscheiden sich die drei Felder durch die Führung verschiedenartigen Augits. Im groben Ophitteil verbinden sich große Anorthite mit großen braunen einschlußreichen Augiten. Die mittleren ophitischen Felder bestehen dagegen neben dem Anorthit hauptsächlich aus dem »gelben körnigen Augit« v. Tschermak's. Dieser Augit ist aus den braunen Augiten hervorgegangen, was sich allenthalben verfolgen läßt. Viele helle Körner des gelben Augits sind noch stellenweise durch Erhaltung der Einschlüsse des braunen Augits getrübt. Beide Augitarten sind nach (001) verzwillingt. Die feinen ophitischen Gesteinsteile treten gegenüber den beiden ersteren an Verbreitung stark zurück und bestehen wie die mittleren ophitischen Teile ebenfalls aus Anorthit und gelbem Augit. Diese Felder fallen durch ihre Helligkeit auf. Der Augit hat hier sichtlich eine weitere »Läuterung« durchgemacht, indem die kleineren Körnchen alles Unreine des braunen Augits ausgestoßen haben, klar und durchscheinend geworden und nur von Magnetitkörnchen begleitet sind, die überhaupt mit der fortschreitenden Entfärbung des braunen Augits im hellen Augit sich mehren.

Die wenigen vorkommenden Tridymitkrystalle beschränken sich in ihrem Auftreten auf die mittleren und feinsten ophitischen Gesteinsfelder und fehlen gänzlich in den groben Eukritteilen.

Die Krystalle treten einzeln auf. Zusammenschuppungen von Tafeln, wie dies in irdischen Gesteinen häufig der Fall zu sein pflegt, kommen nicht vor. Durch ihre Lagerungsverhältnisse verraten sie eine starke Neigung zu nachbarlicher Verbindung mit dem »gelben körnigen Augit«.

Alle größeren Individuen sind von Augit umgeben. Nur ausnahmsweise kommt Feldspat mit dem Tridymit in Berührung. Auch in den feinsten Ophitpartien, wo er offene Zwickel zwischen Anorthitleistchen füllt, grenzt er regelmäßig auch an Augit. Niemals wird er von Anorthit allein eingeschlossen. Die Krystalle des Tridymit bestehen aus der gewohnten Tafelform nach der Basis. Nur letztere ist zur Ausbildung gelangt. Die Seitenbegrenzung ist immer zufällig, unregelmäßig und von der Umgebung bestimmt. Es liegen Quer- und Tafelschnitte vor. Erstere haben breite Leistenform und sind die Tafeln drei- bis viermal so breit als dick. Der größte vorhandene Krystall (siehe Tafel Bild 1) liegt in einer nach der Basis getroffenen, in ihren Dimensionen recht ansehnlichen und ganz unregelmäßig begrenzten Tafel vor. An der Stelle ihrer größten Ausweitung, annähernd in Dreieckform, besitzt die Tafel einen Flächeninhalt von 1 mm^2 und erstreckt sich in einem von einer Ecke auslaufenden, 0·5 *mm* breiten Streifen bis zu einer Gesamtlänge von 2 *mm* natürlicher Größe. Der Grenzverlauf ist von Anorthiten und von gelben Augiten bestimmt. Vom Anorthit scheidet den Tridymit eine Körnerschicht von Augit. An der vom Anorthit abgewendeten Längsseite des Tridymit lagert ein in einen Körnerhaufen aufgelöster Augit, an dem er keine scharfe Grenze findet, er drängt sich zwischen die Augitkörner, zerklüftet und zerreißt durch fjordartige Einschnitte den Augit so weitgehend, als sollte der ganze Körnerhaufen aufgeschwemmt werden, von dem viele Augitkörnchen und -häufchen als Einschluß vom Tridymit auch tatsächlich aufgenommen wurden. Die gleiche Erscheinung wiederholt sich überall dort, wo gelber Augit angrenzt, während an zwei noch nicht ganz umgewandelten braunen Augiten die von Seiten grober Augitteile angrenzen, eine Zerbröckelung der Augitwände am Tridymit nicht stattgefunden hat. Die Grenzverhältnisse der großen Tridymittafel und besonders die

winzigen, zwischen Feldspatleistchen und Augit auskrystallisierten Täfelchen kennzeichnen den Tridymit als den jüngsten Gemengteil des Eukriten.

Die große Tridymittafel ist von vielen Rissen scheinbar regellos zerklüftet. Bei näherer Betrachtung bemerkt man aber, daß besonders die großen, etwas klaffenden Risse einer unvollkommenen Spaltbarkeit nach den drei Flächenpaaren eines hexagonalen Prismas entsprechen, indem sie sich unter einem Winkel von 60° schneiden. Diese Spaltrisse verlaufen mehr schwunghaft und nicht scharf geradlinig, setzen nicht durch, sind absätzig und überspringend. In dieser genügenden Deutlichkeit sind sie jedoch nur nach zwei Flächenpaaren entwickelt, während nach dem dritten Flächenpaar nur sehr wenige, ganz feine und rasch auskeilende Spältchen auftreten. Diese Ungleichartigkeit der Spaltbarkeit könnte man als Zeichen rhombischer Symmetrie nehmen, wie ja auch gute Spaltbarkeit nach (130) und minder gute nach (100) in rhombischer Auffassung für den Tridymit angegeben wird. Zwischen dem wenig geschlossenen Spaltnetz treten dann viele unregelmäßige, meist gebogene Sprünge auf. Wegen Ausfüllung der breiteren Spaltrisse mit rotbraunen Oxydationsprodukten erscheinen dieselben rotbraun bis ganz dunkel gefärbt. Viele Risse treten an der Schnittfläche etwas schief aus und lassen unebene Wände erkennen, was auf einen muschligen Zustand derselben hindeutet. In den Tafelquerschnitten ist die prismatische Spaltbarkeit ebenfalls durch ungerade, senkrecht von Basis zu Basis durchsetzende feine Risse angezeigt. Eine Teilbarkeit nach der Basis läßt sich mit Sicherheit nicht nachweisen.

Viel mehr als die Spaltrisse zeigen zu den letzteren parallel gestellte Einschlüsse von sehr feinen dunklen strichartigen, unter einem Winkel von 60° angeordneten Nädelchen den hexagonalen Charakter der Tafel an (siehe Tafel Bild 2). Die feinen, stumpf abgestutzten Nadelmikrolithen sind sehr gleichmäßig in reicher Zahl in der Breite und der Tiefe der Tafel vorhanden und sind für alle Tridymite in Juvinas eine typische Erscheinung. Man kann sie als sicheren Wegweiser zur Auffindung der kleineren Tridymitteilchen nehmen. Bei Anwendung der Immersion öffnen sich die infolge der Totalreflexion

dunklen Nadeln und erweisen sich als doppelbrechend mit schiefer Auslöschung. Man darf daher die Nadeln mit einiger Sicherheit als monoklinen Pyroxen ansprechen. Die Nadelpyroxene erscheinen in den Querschnitten bei ihrem schiefen Ausgehen auf der Schnittfläche als schwarze Pünktchen. Nur ein Nadelsystem erscheint in wagrechter paralleler Stellung zur Basis, wenn der Schnitt parallel einer Prismenfläche geht. Als Seltenheit finden sich auch in Anorthiten solche vereinzelte feine dunkle Nadeln, die auch hier höchst wahrscheinlich nichts anderes als nur feinere Mikrolithe des sonst allenthalben im Anorthit vorhandenen Pyroxens sind. Außer den Pyroxennädelchen führen alle Tridymite bis zur staubigen Feinheit gerundete helle Pyroxenkörnchen und -häufchen, begleitet von Magnetitkörnchen, die nur ganz selten selbständig vom Pyroxen getrennt auftreten.

In den Querschnitten des Tridymit allein sind zu beobachten lange, von den umgebenden Augiten ausgehende helle Pyroxenstengelchen, die sich in verschiedenen Richtungen in der Tafel verspießen. Diese Pyroxenstäbchen lassen sich mit jenen in den Anorthiten vergleichen.

Die optischen Eigenschaften der Tridymittafeln stehen mit den älteren Beobachtungen in Übereinstimmung. Die geringe Lichtbrechung, noch mehr die sehr schwache Doppelbrechung bilden den sichersten Schutz gegen eine Verwechslung mit Anorthit. Die Polarisationsfarben gehen kaum über das Blaugrau hinaus. Die leistenförmigen Schnitte haben gerade Auslöschung. Die Elastizitätsachse α liegt in der Längsrichtung, parallel der Tafelfläche. $c = \mathfrak{c}$. Die Doppelbrechung $\gamma - \alpha$ ist beiläufig $0 \cdot 0025$ (beobachtet von Becke). Im polarisierten Lichte zeigt sich die große Tafel aus vielen Zwillingslamellen zusammengesetzt. Im breiten Mittelfelde der Tafel haben die Zwillingslamellen unregelmäßig begrenzte Leistenformen, mit grob gitterartiger Anordnung. In den übrigen Teilen der Tafel haben die Lamellen die Form mehr rundlicher Felder mit unbestimmten verschwommenen Grenzen. Die gleichartigen Auslöschungsrichtungen der Lamellen schließen miteinander einen Winkel von 60° ein. Jede Lamelle ist optisch zweiachsig und zeigt den Austritt der positiven Mittellinie. Die Ebenen der optischen

Achsen liegen abwechselnd senkrecht zu den Spaltrissen, beziehentlich senkrecht zu den eingeschlossenen Pyroxennadeln. Der Winkel der optischen Achsen beträgt ungefähr $2V = 50°$ (Angabe nach Becke).

Die angegebenen nahen Beziehungen des Tridymit zu dem »gelben Augit« und den Magnetitkörnern erhalten ihre Begründung in den besser beobachtbaren Umwandlungsvorgängen des braunen Augits der Probe 2 von Stannern. Was dort über die Abkommenschaft des Quarzes und Magnetits gesagt wird, gilt auch für den Tridymit in Juvinas.

Aus den Drusenräumen des Steines von Juvinas haben G. Rose und v. Tschermak frei auskrystallisierte braunschwarze Augitkrystalle und Tafeln eines erbsengelben Silikats beschrieben. Es sind die Augite, welche nach v. Tschermak auch in diesen Mitteilungen als braune und als gelbe oder helle Augite benannt sind. Es ist mir nun gelungen, in einem Stücke von Juvinas (A. 124 des Naturhist. Hofmuseums) auch den Tridymit in Form einer mehrere Millimeter breiten wasserhellen glasglänzenden sechsseitigen Tafel in Gesellschaft von braunem und gelbem Augit und Anorthit als Drusenmineral aufzufinden. Weitere Feststellungen konnten an der Tafel nicht vorgenommen werden.

In einem Dünnschliffe, der aus einem eukritischen Einschlusse in Vaca muerta (Sierra de Chaco) der Sammlung in München hergestellt ist und durch Weinschenck an das Wiener Hofmuseum gelangte, fand ich Tridymit unter den ganz gleichen Verhältnissen ausgebildet wie in Juvinas.

Quarz in Stannern 1. Über die Zusammensetzung und Struktur des Eukriten von Stannern hat v. Tschermak ausführlich berichtet.[1] Auch der Quarz ist als farbloses Mineral nicht übersehen worden. Auf ihn beziehen sich folgende Betrachtungen: »Außer dem farblosen Anorthit und dem braunen bis schwärzlichen Augit fand ich selten auch einzelne kleine Partikeln eines farblosen Minerals, welches durch deutliche Zuwachsstreifen sich als ein krystallisiertes manifestierte, das aber bloß einfachbrechend erschien, somit für ein tesserales

[1] Tschermak's Mineralog. Mitteil., Jahrgang 1872, p. 83 bis 85.

Mineral zu halten ist.« Vor vierzig Jahren hielt man das Auftreten von Quarz in tiefbasischen Gesteinen nicht für recht möglich und, wenn man ihn wie auch in diesem Falle beobachtete, konnte man für kleine Mineralpartikeln mit Hilfe der damals noch wenig ausgebildeten optischen Methoden den Identitätsbeweis mit Sicherheit nicht führen. Meinen Beobachtungen hat dasselbe Präparat wie seinerzeit v. Tschermak zugrunde gelegen. Ich verweise daher bezüglich der Beschaffenheit des Steines auf die von v. Tschermak gegebene Darstellung und beschränke mich hier auf die Mitteilungen über die Diagnose des Quarzes und seine Rolle als Gemengteil mit wenigen Beifügungen über die Struktur des Gesteins.

Zwischen dem Anorthit-Augitgemenge mit zwischenliegenden Magnetitkörnchen und Magnetkies erkennt man schon bei der ersten sichtenden Betrachtung die gar nicht so seltenen Quarzpartikeln sofort an ihrer Farblosigkeit und ihrer schwachen Lichtbrechung, mittels deren sie sich vom zweiten farblosen Gemengteil, dem Anorthit, unterscheiden. Zur Bestimmung der farblosen schwach lichtbrechenden Körner als Quarz führten folgende Feststellungen: Ihre Lichtbrechung wurde annähernd gleich dem Canadabalsam und der größere Brechungsexponent etwas größer als der Balsam gefunden. Spaltbarkeit ist nie wahrnehmbar. Dagegen fehlen selten zarte unregelmäßige Sprünge. Die Doppelbrechung ist schwach, $\varepsilon - \omega = 0 \cdot 009$ (gemessen von Becke). Mit dem ferneren Nachweise der optischen Einachsigkeit und dem positiven Charakter der Doppelbrechung sind alle Merkmale vorhanden, die den bisher verkannten farblosen Gemengteil als Quarz bestimmen.

Bevor wir die Einfügung des Quarzes in das Anorthit-Augitgemenge im petrographischen Sinne verfolgen, mag über die allgemeine Beschaffenheit des Gesteins kurz folgendes vorausgeschickt werden. Die Verschiedenheit in der Struktur einzelner Gesteinsteile hat v. Tschermak gebührend hervorgehoben und geschildert. Die Ungleichartigkeit der Strukturparzellen, die nicht durch scharfe Grenzen voneinander getrennt sind, besteht darin, daß Augit und Anorthit einmal in ophitischer und dann in pegmatitischer Art miteinander verwachsen sind. Den weit überwiegenden größeren Teil des Gesteins bilden

Parzellen mit viel Augit und wenig Anorthit. In den ophitischen Feldern herrscht mehr brauner Augit und in den pegmatitischen mehr heller Augit, der dem »gelben Augit« v. Tschermak's in Juvinas gleichzustellen ist. Die augitreichen Gesteinsfelder haben ursprünglich aus größeren braunen Augiten bestanden. Jetzt zeigen diese Augite einen verschiedenen Grad des Zerfalles und des Überganges in hellen Augit, wodurch ein Gefüge von trümmerartiger bis verschiedenartig körniger Ausbildung entstanden ist. Die Veränderungen im Gefüge sind auf stattgefundene nachträgliche Erhitzung des Gesteins zurückzuführen. Die hellen gekörnten Augite sind Neugebilde, sie umlagern die erhaltenen braunen Augitreste und formieren sich schließlich zu gröberen und feineren Körnerhaufen an Stelle der primären Augite. Daß neben den Veränderungen durch Hitzewirkungen das Gestein auch eine Pressung erfahren hat, beweisen einige Beispiele von Verwerfungen der Zwillingslamellen in Anorthiten. Allgemeinere Spuren von Kataklaserscheinungen treten nicht hervor.

Aus den wenigen Andeutungen über die Struktur des vorliegenden Stückes von Stannern geht hervor, daß die strukturelle Verschiedenheit einzelner Gesteinsteile hauptsächlich und wesentlich in einer graduellen Zerbröckelung der braunen Augite und in dem Übergang derselben in hellen Augit beruht.

Für die Einheit des Gesteinskörpers scheint nun wenigstens indirekt auch die Verteilung des Quarzes im Gestein zu sprechen. Sein Auftreten ist an keine bestimmte Strukturparzelle gebunden, er findet sich in allen Teilen des Gesteins gleichmäßig verteilt. Wie der Tridymit in Juvinas bevorzugt auch der Quarz die Gesellschaft des gelben Augits, ohne jene des Anorthits völlig zu meiden. Seine vorzugsweise Anlagerung an veränderte braune Augite und Einlagerung zwischen die körnigen gelben Augite ist durch seine unmittelbare Ausscheidung nach oder mit dem gelben Augit bedingt. Er ist bis auf den Magnetit der jüngste Gesteinsgemengteil und fehlt ihm als solchen jede Eigenform, er ist allotriomorph und Ausfüller von Gesteinslücken. Da die Lücken gewöhnlich von gerundeten Pyroxenen begrenzt sind, so erhalten die in diese Lücken

auskrystallisierten Quarze recht mannigfach geformte Konturen. Die schwache Lichtbrechung und Klarheit der Quarzdurchschnitte geben ihnen das Ansehen kleiner Wasserspiegel, die zwischen die Augite und Anorthite eingesenkt und zutreffenderweise als Quarzlagunen zu bezeichnen sind. Wo ein Körnerfeld von Augit anraint, durchseucht die Quarzlagune dessen Randzone wie das Wasser eines Sees am seichten Ufer den vorhandenen Kies.

Die Quarzpartien stellen immer ein einziges Individuum dar. Niemals besteht ein Quarzfeld aus mehreren Körnern. An Einschlüssen führt der Quarz helle Augitkörner und Magnetit. Es kommt aber auch vor, daß Durchschnitte ganz einschlußfrei sind oder einzelne Augitkörner mit anhaftendem Magnetit, seltener nur Magnetitkörner, die dann auch schwarmweise auftreten, aber ganz selten ein Erzkorn allein führen.

Eine der größten Quarzlagunen hat die Form eines Hufeisens, dessen Enden sich in einen großen braunen, zum Teil verwandelten Augit tief einstemmen und eine Augitzunge halbinselartig umfassen (Tafel Bild 3). An einem Ende desselben Augits ist ebenfalls eine kleine Bucht mit Quarz ausgefüllt, während kleine Nachbarlagunen in dem angrenzenden pegmatitischen Teile zwischen Augit und Anorthit eingesenkt sind. Ein Quarzdurchschnitt, schief zur Hauptachse getroffen und reich an Augit und Magnetit, gab im polarisierten Lichte fleckenartige Felder, die entfernt an Erscheinungen im Tridymit erinnern, sonst aber vollkommen gleichartig auslöschen.

Quarz in Stannern 2. Auf Quarz wurden noch Präparate aus einem Steine von Stannern (H. 1471 des Naturhist. Hofmuseums) untersucht, der schon makroskopisch eine homogene Ausbildung mit ausgezeichneter ophitischer Struktur und außer den Anorthiten und Augiten auch Magnetkies als Gemengteil erkennen läßt. Mikroskopisch gesellen sich noch Quarz und Magnetit dazu. Die gleichmäßige Entwicklung der ophitischen Ausbildungsweise läßt im Mikroskope nur insoweit unwesentliche Abweichungen erkennen, als stellenweise pegmatitische Verwachsungen zwischen Augit und Anorthit vorkommen, die meist parallele und seltener fächerige Anordnung besitzen.

Die fächerige Anordnung erweitert sich einmal bis zu einem grobstengeligen Pseudosphärolithen. Mit der Homogenität des Gesteins steht die bessere Erhaltung des braunen Augits im Einklang. Seine Zerklüftung und die Entstehung hellen körnigen Augits hat zwar auch hier begonnen, Körnung und Umwandlung sind aber rückständig gegenüber dem Zustande im Präparate Stannern 1. Die Primärstruktur des Gesteins macht sich nun augenscheinlich auch dem Quarz gegenüber geltend. In der an erster Stelle beschriebenen Probe lagert er gewöhnlich als lagunenartige Füllmasse zwischen den Augiten. Im vorliegenden Gefüge vermindern sich die Vorbedingungen zur Lagunenbildung. Entsprechend der spärlichen Körnung kommt es nur zu ganz wenigen kleinen und echten Quarzlagunen. Dagegen teilt der Quarz die Rolle mit dem braunen Augit und füllt wie dieser die eckigen Hohlräume zwischen den Anorthitleisten. Gegenüber dem Lagunenquarz verhält sich die intersertale Quarzmasse etwas verschieden. Ersterer ist homogen und letztere zerfällt im polarisierten Lichte in größere, ganz unregelmäßig begrenzte Teile, deren Auslöschungen keine gesetzmäßige Lagerung zueinander erkennen lassen. Die Einachsigkeit und der positive Charakter der Doppelbrechung läßt sich aber stets mit absoluter Sicherheit feststellen. Das Einlagern des Quarzes in die Zwischenräume der Anorthite trüge insoweit gar nichts Auffälliges an sich, wenn nicht Begleiterscheinungen dazu träten, welche zum Quarze merkwürdige Beziehungen andeuten. Der Quarz macht nämlich immer nur einen Bruchteil der Zwischenklemmungsmasse aus und ist beständig von einer großen Schar kleiner Magnetitkörnchen und heller runder Augitkörnchen begleitet. Bei stärkeren Vergrößerungen findet man auch kleine Fetzen von braunem Augit in den quarzigen Intersertalräumen, die nichts anderes als die Reste sonst aufgezehrter brauner Augite sind. (Siehe Tafel Bild 4 und Textfig. p. 773.)

Noch viel ungewöhnlicher ist das Hintreten des Gemenges Quarz, Magnetit und hellen Augits an den Platz der Stengel braunen Augits in pegmatitischen Gesteinspartien, aus denen der braune Augit ganz oder nur teilweise verschwunden ist. Wir sehen also ebenso wie in den echten ophitischen Partien

des Gesteins auch hier die braunen Augite durch das Gemenge Quarz, heller Augit und Magnetit ersetzt. Trotz aller zweifelnden Erwägungen bleibt aber die Beobachtung aufrecht, daß nach allen örtlichen Verhältnissen im Aggregate von Quarz, Magnetit und hellem Augit eine Pseudomorphose nach braunem Augit vorliegt.

Für eine Prüfung auf die Richtigkeit des beobachteten Umwandlungsvorganges wäre es äußerst nötig, die chemische Zusammensetzung des braunen und des gelben Augits zu kennen. Die frei auskrystallisierten »schwarzen« und »erbsengelben« Augite in den Drusenräumen von Juvinas dürften die



Anorthit (helle Leisten), brauner Augit (dunkle Teile) mit Übergängen in das Aggregat Quarz, Magnetit und hellen Augit (punktiert). Im Mittelfeld zwischen Anorthiten eine vollendete Pseudomorphose nach braunem Augit. Der schwarze Streifen am unteren Rande entspricht schlackiger Masse. (Schematische Darstellung des Bildes 4 auf der Tafel.)

reinen Verbindungen der braunen und gelben Eukritaugite darstellen. Für diese wichtige chemische Untersuchung der isolierten Eukritaugite fehlt bedauerlicherweise das Material.

Die Zusammensetzung der Augite müßte uns die chemische Gleichung liefern, nach der Quarz und Magnetit aus dem braunen Augit gebildet wurden. Bei dem Mangel dieser Kenntnisse fehlen uns gegenwärtig die rechnungsmäßigen Daten und wir sind auf eine »Wageerklärung« angewiesen. Eine direkte Analyse des augitischen Anteils aus Juvinas hat Rammelsberg[1] keinen Gehalt an Eisenoxyd ergeben. Nur in

[1] Pogg. Ann., Bd. 73, 1848, p. 585 bis 590.

der Gesamtanalyse des Gesteins wird ein Gehalt von 1·21% Eisenoxyd ausgewiesen, der jedoch in dem durch Säure zersetzbaren Anteile (Anorthit) gefunden wurde. Sonst wird ein Eisenoxydgehalt in den Eukriten nicht angegeben.

Der den frei auskrystallisierten schwarzen Augiten in Juvinas eigene charakteristische basaltische Typus bestärkt uns, ein Mischungsglied des Augits anzunehmen, das in der von v. Tschermak[1] angenommenen Verbindung $FeFe_2SiO_6$ zu suchen wäre. Ein Vorhandensein dieser Verbindung in dem braunen Augit würde einen glatten Zerfall derselben in Quarz und Magnetit nach der Gleichung $SiFeFe_2O_6 = SiO_2 + Fe_3O_4$ zulassen.

Falls bei späteren Untersuchungen ein Eisenoxydgehalt im braunen Augit nicht aufgefunden würde, müßte die Erklärung des Umwandlungsprozesses auf einer hypothetischen Grundlage versucht werden. Eine solche ist uns gegeben, wenn bei der Erhitzung des Gesteins ein Zutritt von Sauerstoff zugestanden wird. In diesem Fall wird man für das Eisenmetasilicat im Augit einen Zerfall nach folgender Gleichung $3\,FeSiO_3 + O = Fe_3O_4 + 3\,SiO_2$ annehmen dürfen.

Da aus den Eukriten auch Chromit als Gemengteil angegeben wird, so schien es mir nötig, soweit dies bei den minimalen Mengen des dunklen Erzteiles möglich ist, die Erzkörnchen auf Magnetit zu prüfen. $^1/_2$ *g* des mikroskopisch untersuchten Steines von Stannern wurde gepulvert und das Pulver mit dem Hufeisenmagneten behandelt. Kleine schwarze Körnchen sprangen leicht an den Magneten, auch etwas Magnetkies. Da unter Umständen auch Chromit an den Magneten geht, wurde das Pulver noch mit salpetersaurem Kali eingeschmolzen.

Weder die Schmelze noch die Lösung gaben eine erkennbare Chromreaktion. Von Jonzac wurde ein an schwarzen Erzkörnchen reiches Dünnschliffplättchen $^1/_2$ Stunde mit erhitzter Salzsäure behandelt. Die Flüssigkeit färbte sich schwach gelb. Die schwarzen Körnchen schienen sich aber nicht merklich gelöst zu haben. Der Lösungsversuch konnte

---

[1] Min. Mitt., Jahrg. 1871, p. 28 bis 32.

jedoch wegen Gelatinebildung aus Anorthit, welche die Körnchen deckte, nicht als entscheidend gelten. Aus dem nachträglich getrockneten und gepulverten Plättchen zog der Magnet mehrere dunkle Erzkörnchen heraus. Die leichte Magnetisierbarkeit der Körnchen und das absolute Versagen der Prüfung auf Chrom bestimmen das schwarze Begleiterz des Quarzes mit ziemlicher Sicherheit als Magnetit.

Aus Juvinas und Stannern 1 konnte ich nur berichten, daß der Tridymit und der Quarz in den engsten Beziehungen zu den hellen Augiten stehen und letzterer immer mit Magnetitkörnchen bedeckt sei, was auch die älteren Forscher immer betont haben. In Stannern 2 haben diese Beziehungen zwischen braunem Augit, hellem Augit, Quarz und Magnetit auch ihre genetische Erklärung gefunden und man wird die sekundäre Entstehung des hellen Augit, Quarz und Magnetit aus braunem Augit auch dann als vorhanden ansehen müssen, wenn die betreffenden drei Minerale nicht auch der »äußeren Form nach« sich als Pseudomorphose nach braunem Augit verraten.

Quarz in Jonzac. Strukturell ist Jonzac durch Führung gut ophitischer knolliger Partien ausgezeichnet, die von trümmerhaften Zonen umgeben sind. In diesen Teilen herrscht nun zunächst ebenfalls eine, aber nur weniger vollkommene ophitische Struktur, die selbst bei weiterer Zerstörung immer noch mit Ophitstruktur verwandt bleibt. Solchen Zustand erkläre ich mir durch eine dem Stein allseitig widerfahrene, also in sich stattgefundene Pressung.

Der Quarz tritt nun in Jonzac unter den gleichen Umständen in das Anorthit-Augitgemenge ein wie in Stannern 2, beziehentlich in Gestalt kleiner Oasen in verändertem braunem Augit sowie in Mischung mit Magnetit und hellem Augit als Ersatz an Stelle brauner Augite. Streckenweise ist der braune Augit gänzlich verschwunden und an seine Stelle ein sehr feinkörniges Aggregat von hellem Augit und Magnetitkörnchen mit Quarz als Grundmasse getreten, welches Gemenge man als intersertale Füllung bezeichnen kann, wenn man es als Mesostasis gelten läßt (siehe Tafel Bild 5). Es ist nun wichtig, zu finden, wie die Quarzführung in den Eukriten mit den

Veränderungsstadien des braunen Augits steigt und sinkt. Jonzac ist entschieden quarzärmer als Stannern. Dafür hat der braune Augit die Vorherrschaft. Seine Zerklüftung und Körnung ist nur im mäßigen Umfange eingetreten und der helle gelbe Augit macht sich nicht in aufdringlicher Weise bemerkbar. Diese Wechselbeziehung zwischen Quarz und braunem Augit tritt noch schärfer in Peramiho hervor, der wieder quarzreicher als Jonzac und Stannern ist und noch nur in Spuren braunen Augit führt.

Quarz in Peramiho. Die Struktur von Peramiho ist weniger vollkommen ophitisch als bei den anderen Eukriten und stellenweise mehr trümmerartig. Schärfere Unterschiede bestehen nur zwischen den Mengenverhältnissen des Augitgemengteiles. Von den braunen Augiten sind in Peramiho kaum noch Reste vorhanden und gemeinhin herrschen die gelben hellen Augite. Dieselben wurden von mir im Jahre 1903 als monokline kalkarme Pyroxene mit kleinen Achsenwinkeln und als Hyperstene bestimmt. Jetzt wäre ersterer nach Wahl's Nomenklatur als Hedenbergithypersten zu bezeichnen. Körnung der Augite ist vorhanden, doch in viel geringerem Umfange als bei den übrigen Eukriten. Die glattgerundeten wie geflossen aussehenden Augitkörner machen sich viel weniger auffällig und dort, wo sie ausgedehntere Quarzaggregate begleiten, sind sie mehr unregelmäßig begrenzt, was damit zusammenhängt, daß diese Art der Augitkörner zwischen den Quarzen lagert. Ferner ist Peramiho der quarzreichste Eukrit. Mit dem Quarz haben sich auch die Erze, der Magnetit und der Magnetkies gemehrt, so daß der Magnetit auch hier als typischer Quarzbegleiter erscheint. Die mineralogischen und petrographischen Einzelheiten sind in meiner Arbeit »Der meteorische Eukrit von Peramiho« dargestellt.[1] Damals wurde der Quarz von mir verkannt. Auf ihn bezieht sich der Text folgender Abschnitte: p. 746 (Sonderabdruck p. 8): »In jüngeren Schmelzherden, wo Anorthit in größerem Umfange zur Schmelzung gelangte, krystallisierte er in Körnern mit buchtiger Verzahnung.

[1] Sitzungsber. der kais. Akad. der Wissensch. in Wien. Mathem.-naturw. Klasse; Bd. CXII, Abt. I, 1903, p. 739 bis 777.

Außerdem tritt der Anorthit auch in der Form von Anorthitglas auf, das kleine Risse, Spalten und Gesteinslücken ausfüllt. Das Glas ist nicht immer absolut isotrop, es polarisiert zuweilen in schwach blaugrauen Farben. Zu seiner Beobachtung sind stärkere Vergrößerungen anzuwenden. Von den ebenfalls farblosen Krystallmassen des Anorthits läßt sich der glasige Anorthit durch die schwächere Lichtbrechung unterscheiden.« p. 767 (Sonderabdruck p. 29): »In dieser Periode ist nur Anorthit einer vollständigen Schmelzung anheimgefallen. Wo dies in größeren Partien geschehen ist, ist der Feldspat in körnigen Aggregaten wieder krystallisiert. Er nimmt dann mehrfach breite Zwickel im Gestein ein. Das gekörnte Anorthitfeld ist breit am Rande, verjüngt sich nach innen und drängt sich vielfach verzweigend zwischen die nächsten Einschlußfeldspate und Pyroxene (siehe Tafel Bild 1 und 4). In keinem einzigen Feldspatkorne wurde eine Verzwillingung wahrgenommen. Die Lichtbrechung der rekrystallisierten Körner ist schwächer als in den Einschlußfeldspaten. Als typische Begleiter dieser Feldspatpartien erscheinen Erzkörner in meist fetzigen Partien, zuweilen gehäuft zu zackigen Gebilden. Es sind zweierlei Erze. Gelbe Körner sind Magnetkies und die schwarzen sind Magnetit. Die schwarzen Körner sind an die geschmolzenen Feldspatfelder gebunden und haben für diese eine typische Bedeutung. Der Magnetkies ist auf die größeren, mehr randlichen Schmelzherde beschränkt, während der Magnetit auch in allen kleineren, mehr im Innern gelegenen Schmelztümpeln steckt.«

Setzt man in dieser Beschreibung für »Anorthitglas« und für »rekrystallisierte Anorthite« das Wort Quarz ein, so braucht an dieser Darstellung nichts weiter geändert zu werden. Durch die nachträglich angewendete konoskopische Prüfung konnten nunmehr alle schwach lichtbrechenden farblosen Teile mit Quarz identifiziert werden. Auch die (p. 751, Sonderabdruck p. 13) auf Klüften von Anorthit »halb krystallinisch körnige und zum Teil glasig erstarrte farblose Schmelze«, ebenso alle »als blaugrau polarisierende Glasstränge« bezeichneten Adern in Anorthiten sind Quarz.

Für alle jetzt als Quarz und Quarzaggregate erkannten Gesteinsteile gilt auch nach den neuen Erkenntnissen die ältere Annahme, daß sie ihre Entstehung einer pyrogenen Umwandlung verdanken, nur mit dem Unterschiede, daß die früher dem Anorthite zugeschriebene Rolle vom Augit übernommen wird. Das Nachbarschaftsverhältnis zwischen Augit und Quarz gleicht dem in Stannern und Jonzac in jeder Beziehung. Kleine Lagunen von Quarz sitzen siebartig in einem Augitkrystall und führen fast eine Zerstückelung desselben herbei. Quarzpartien fressen sich auch hier vom Rande in größere Augite ein, bröckeln Stückchen derselben ab, die ihm in Quarz schwimmend, archipelartig als losgetrennte »Augitinselchen« vorlagern. In keinem anderen Eukrite ist die Aufzehrung der braunen Augite soweit vorgeschritten wie in Peramiho. Es sind ausgedehnte Quarzfelder entstanden und, wenn man ihre räumliche Orientierung prüft, so findet man mit untrüglicher Sicherheit ebenso wie in Stannern und Jonzac, daß sie Augit verdrängt und an seine Stelle getreten sind. Unversehrte Anorthitkrystalle geraten bei diesem Umwandlungsprozesse des Augit inmitten von Quarz (siehe Tafel Bild 6) und ehemalige, die Anorthite zerschneidende schmale Augitbalken bestehen jetzt aus Quarz und noch in manche andere zufällige Augitformen ist Quarz hineingegossen. Unversehrte Augitreste in körniger und fetziger Form sowie Magnetit und Magnetkies bilden wie in Stannern und Jonzac seine steten Begleiter. Es finden sich also auch in Peramiho alle Umstände wieder, die mich bestimmten, den Quarz und Magnetit als eine Pseudomorphose nach Augit aufzufassen. Es darf ferner nicht übersehen werden, daß in Peramiho der größere Quarz- und Magnetitgehalt im Wechselspiel mit der Augitmenge steht. Der Vermehrung des Quarzes entspricht eine Verminderung, respektive eine vorgeschrittene Umwandlung der braunen Augite.

Schlußbemerkungen. Die Auffindung freier Kieselsäure als regelmäßiger Gemengteil aller meteorischen Eukrite wird uns weniger befremdend erscheinen, wenn wir finden, daß ihre Quarzführung sie mineralogisch noch mehr, als dies bisher der Fall war, mit den irdischen Quarz- oder Kongadiabasen

in Beziehung bringt, deren ophitische Struktur ja schon lange auch als jene der Eukrite bekannt ist. Bezüglich des Quarzes und Magnetites bleibt jedoch zwischen den Quarzdiabasen und den Eukriten eine wichtige Unterscheidung aufrecht. In den ersteren sind der Quarz und der Magnetit autochthone Gemengteile und in den vorliegenden Eukriten sind beide nach den mitgeteilten Beobachtungen sekundäre Umwandlungsprodukte nach dem braunen Augit. Die Verschiedenheit in beiden Gesteinen läßt sich nur aus den verschiedenen Bedingungen erklären, unter denen die Quarzdiabase und Eukrite entstanden sind.

Wir stehen heute unter den Vorstellungen, daß in dem eisenreichen Diabasmagma bei Sauerstoffreichtum neben dem Eisenoxyd- und Eisenoxydulsilicate in den Pyroxenen stets auch Magnetit entstanden ist und ein ungebundener kleiner Rest von Kieselsäure als Quarz ausgeschieden werden konnte. Die Krystallisation des Eukritmagmas ist dagegen bei Sauerstoffarmut vor sich gegangen, wie ja Sauerstoffmangel sich bei der Bildung aller Meteorite geltend macht. Unlängst hat Wahl den Chemismus der Meteorite unter diesem Gesichtspunkte mit Berücksichtigung der neueren Erfahrungen in einem Aufsatze ausführlich besprochen.[1] Bei Entstehung der Eukrite unter Sauerstoffmangel ist nun zu erwarten, daß sämtlicher Eisengehalt des Eukritmagmas und die ganze nach der Anorthitbildung vorhandene Kieselsäure im Eisenmetasilicat der Augite gebunden wurde, also kein Magnetit und kein Quarz zur Ausscheidung kommen konnte.

Weil der Quarz, Tridymit und Magnetit gegenwärtig als sekundäre Gebilde in den Eukriten angetroffen werden, so erscheint es nötig, für diesen Prozeß die möglich einfachste Erklärung zu finden.

Bei Vorhandensein der v. Tschermak'schen Verbindung $FeFe_2SiO_6$ im Augit wird die zunächstliegende Möglichkeit der Erhitzung oder Einschmelzung der Eukrite am Orte der Entstehung unangefochten bestehen bleiben. Selbst dann, wenn der braune Augit sich als ein diopsidischer Augit erweist und

[1] Zeitschr. f. anorg. Chemie, Bd. 69 1911, p. 52 bis 72.

nur sein Eisenmetasilicat zur Bildung von Quarz und Magnetit in Reaktion treten kann und für den Umwandlungsprozeß Sauerstoff nötig ist, wird man auf dem betreffenden kleinen Weltkörper, bei dessen Bildung Sauerstoff vorhanden war, auch bei wiederkehrenden vulkanischen Phasen die Anwesenheit von Sauerstoff voraussetzen dürfen. Die Sauerstoffarmut in den Meteoriten wird gewöhnlich mit der Gegenwart von »Eisen« begründet, das bei Verfügung von Sauerstoff nicht hätte bestehen bleiben können. Tatsächlich liegt aber immer »Nickeleisen« vor, das einer Oxydation großen Widerstand leistet. Unsere sauerstoffreiche Erde läßt übrigens selbst reines Eisen auf feurig-magmatischem Wege entstehen und bestehen, wie uns ein solcher Fall im eisenführenden Basalt vom Bühl bei Weimar vorliegt. Die Anwesenheit von Sauerstoff bei den sekundären vulkanischen Prozessen der Meteorite wird demnach nicht leicht abgesprochen werden können.

Noch eine Möglichkeit für die pyrogenen Veränderungen in den Eukriten wäre gegeben, wenn sie erst als Bestandteile eines Meteoritenstromes sehr nahe an der Sonne vorüberkämen und hiebei Erhitzung und Oxydation erführen.

Jedenfalls werden neben der Temperatur auch die Druckverhältnisse auf die Erstarrungs- und Umwandlungspunkte der Meteoritenminerale Einfluß nehmen und bei der vermutlichen Verschiedenheit der letzteren von irdischen Druckverhältnissen mag es vor allem mitgelegen sein, daß die Meteorsteine und vor allem die Eukrite trotz gleicher chemischer Zusammensetzung mit den irdischen Quarzdiabasen als Gesteine anderer Art krystallisierten und erdfremd sind.

Ich darf hier daran erinnern, daß von mir im Jahre 1901 die Chondrite als durch »Umschmelzung metamorphosierte meteorische Tuffe« und dann später mehrere Meteoreisen als durch Erhitzung umgewandelte Eisen als »Metabolite« angesprochen wurden. Wir werden also die auf verschiedenen Wegen wirksam gefundene »Pyrometamorphose« an Meteoriten als eine allgemeine Erscheinung zu betrachten haben.

Die Erklärung für das immerhin merkwürdige Auftreten von zweierlei Modifikationen der Kieselsäure in einem und demselben Gesteine läßt sich aus den neueren Erfahrungen

finden, die über das Verhalten von Quarz in großer Hitze gemacht wurden. Arbeiten von Mügge,[1] Whrigt und Lossen[2] berichten über Zustandsänderungen des Quarzes bei 570° und 800°, wo Quarz bei gewöhnlichem Druck in Tridymit übergeht.

Lacroix[3] und Stella Barbara[4] berichten über Quarzeinschlüsse in Augitandesit und Basalt und deren erfolgte Umwandlung in Tridymit, Holmquist[5] über Bildung von Tridymit in Quarzziegeln. Königsberger[6] macht Mitteilungen über die Umwandlungen von Quarz, Cristobalit und Tridymit und gleichzeitiges Vorkommen der verschiedenen Kieselsäuren. Modifikationsänderungen des Quarzes untersuchte Rinne.[7] Nach V. M. Goldschmidt kann in Tiefengesteinen und deren Kontaktprodukten Quarz bei einer Temperatur krystallisieren, die nicht unbedeutend über 800°, dem Umwandlungspunkte bei Atmosphärendruck, liegt. Es ist uns somit bekannt, daß die Kieselsäure bei niedrigen Temperaturen als Quarz und bei hohen Temperaturen (um 1000° C.) als Tridymit krystallisiert, respektive sich Quarz in Tridymit umwandelt. Wendet man diese Erscheinung auf das Vorkommen des Quarzes und des Tridymites in den Eukriten an, so macht sich schon in den rein äußeren Verhältnissen der Eukrite von Stannern, Jonzac und Peramiho einerseits und dem Eukrit von Juvinas andrerseits ein sehr auffälliger Unterschied bemerkbar. Der Stein von Juvinas ist nämlich sehr stark bis zu einem halbglasigen Zustande gefrittet. Die drei übrigen Eukrite lassen dagegen äußerlich von Frittung nichts oder nur sehr wenig (Peramiho) merken. Es entspricht nun der theoretischen Anforderung, daß in den schwach erhitzten Steinen von Stannern, Jonzac und Peramiho Quarz und im hochgefritteten Steine von Juvinas Tridymit zur Ausbildung

[1] Neues Jahrb., Festbd. 1907, p. 181 bis 196.
[2] Am. Journ. sc. (4), Bd. 27, 1909, p. 421.
[3] Les enclaves des roches volcaniques, Macon. 1893, p. 41 und 115.
[4] Zentralbl. f. Min., 1911, p. 627.
[5] Geol. Fören. Förhandl. Stockholm. Bd. 33, 1911, p. 245 bis 260.
[6] Neues Jahrb., Beilage Bd. 32, 1911, p. 101 bis 133.
[7] Neues Jahrb., 1910, Bd. 2, p. 138 bis 154.

gelangt ist. Daß der Tridymit sich infolge der Frittung bildete, beweist auch seine freie Auskrystallisierung in den Zellen des Gesteins, deren Entstehung wieder durch die Frittung veranlaßt wurde. Die freie Auskrystallisierung des Tridymit in Drusenräume widerspricht auch der Vorstellung, ihn als Umwandlungsprodukt aus Quarz aufzufassen. Ebenso läßt sich ein Verdacht auf einen Übergang von Tridymit in Quarz in keiner Weise begründen. Der Tridymit und der Quarz haben sich in den Eukriten unabhängig voneinander entwickelt.

Tafelerklärung.

Bild 1. Tridymit in Juvinas. Gesamtansicht der in der Bildebene liegenden, in Form eines ungleichmäßigen Streifens ausgebildeten Tafel mit auffallenden groben Spaltrissen und Klüften. Links, durch Augitschnüre getrennt von Pyroxeneinschlüssen getrübten Anorthiten und im übrigen von ganz (breite Augitleiste rechts des Tridymit) oder teilweise gekörnten gelben Augiten abgegrenzt. Der Tridymit umschließt Häufchen und Körnchen gelben Augits; Magnetit und Pyroxennadeln im Bilde nicht sichtbar. Die linke Hälfte des Bildes zeigt grobe ophitische Struktur zwischen braunem Augit und Anorthit und rechts um die größte breite Anorthitleiste helle Partien feiner Struktur zwischen Anorthit und gelbem Augit mit Tridymit und Magnetit. Vergr. 20 ×.

Bild 2. Tridymit aus Juvinas. Der untere Teil des Tridymit aus Bild 1 stärker vergrößert. Zeigt die mit Oxydationsprodukten gefüllten absätzigen und unter 60° sich schneidenden Spaltrisse. Deutlich die Einschlüsse von Häufchen und Körnern gelben Augits mit Magnetitkörnchen und die unter 60° angeordneten sehr feinen Nadeln eines Pyroxens. Links Anorthit eintretend, durch schmale Wand gelben Augits von Tridymit getrennt. Unten brauner Augit, stark zerklüftet und am Ende gegen den Tridymit in gelben Augit umgewandelt. Vergr. 107 ×.

Bild 3. Quarz in Stannern I. Quarzlagune in Form eines Hufeisens, mit den beiden Enden links in einen veränderten braunen Augit eingreifend. Die dunklen Flecke im großen Augitkrystall sind noch brauner Augit und die hellen Teile aus ihm hervorgegangener gelber Augit. Mit der äußeren Bogenseite grenzt der Quarz an gekörnten gelben Augit. Als Einschluß führt der Quarz nur winzige helle Augitkörnchen. Mehrere kleine Quarzlagunen, durch ihre Glätte kenntlich, begleitet von Magnetitkörnern sitzen links vom großen Augitkrystall, am Rande oberhalb des pegmatitischen Streifens. Vergr. 107 ×.

Bild 4. Quarz in Stannern 2. In der Mitte der Schliffkante ganz nahe am Rande des Bildes füllen eckige, hell und dunkel punktiert erscheinende zusammenhängende Felder, bestehend aus Quarz, Magnetit und hellen Augitkörnchen, als Pseudomorphose nach braunem Augit die Zwischenräume zwischen den Anorthiten. Unterhalb der schief linksseitig nach aufwärts gerichteten Anorthitleiste eine angrenzende breite schwarze Leiste braunen Augits, die an ihrem oberen Ende den allmählichen Übergang in den pseudomorphen Körnerhaufen erkennen läßt. Vergr. 20×.

Bild 5. Quarz in Jonzac. Inmitten des Bildes von oben nach unten gerichtet eine Leiste des Quarz-Magnetit-Augitgemenges zwischen Anorthit an Stelle des früher dagewesenen braunen Augits. Unten, von der oberen Leiste durch hellen Augit getrennt, eine rechteckige Partie der Pseudomorphose mit verwischter Grenze zu dem links anliegenden Augit. Der breite dunkle Teil des Bildes ist sehr fein gekörnter Augit mit teilweiser, im Bilde nicht sichtbarer Verquarzung. Vergr. 53 ×.

Bild 6. Quarz in Peramiho. Obere und linke Hälfte des Bildes zeigen ein körniges Aggregat von Quarz, gelbem Augit, Magnetit und viel Magnetkies, darin zwei (Mitte des Bildes) Anorthitleisten schwimmend, mit ihren Enden links an zwei Fetzen gelben Augits grenzend. Aller brauner Augit ist verschwunden. Die schwarzen Schnüre scheinen einem dichten Gemenge von Kies und Magnetit zu entsprechen. Die rechte Hälfte des Bildes zeigt ophitische Struktur mit gelbem gekörnten Augit. Vergr. 20×.



Fig. 1

Fig. 3

Fig. 5

Fig. 2

Fig. 4

Fig. 6

Graph. Lehranst phot.

Lichtdruck v Max Jaffe, Wien.